



MONITORAMENTO E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE AQUAPONIA

Éder Fernandes Júnior *¹, Bruno André Batista¹, Eduardo Santos Resende Terceiro¹, Ramon Bernardes Assunção¹, Antônio Marcos de Melo Medeiros¹, Bruno Quirino de Oliveira¹ e Ângelo Raimundo de Souza¹

¹PUC-GOIÁS – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Resumo - Observando a necessidade de produção de alimentos próximos aos centros urbanos e viabilizando a redução do uso de combustíveis fósseis para o transporte de alimentos e a importância crescente de reduzir o consumo de água na agricultura, tornando a aquaponia um sistema de produção atrativo. Desta forma, o presente trabalho tem o objetivo de fazer a automação de todo o processo crítico para a produção em sistemas aquapônicos, auxiliando no controle de variáveis importantes para a máxima produção de hortaliças e desenvolvimento de peixes.

Palavras-Chave – Aquaponia, Aquicultura, Automação de sistemas aquapônicos, Controle, Hidroponia, Piscicultura.

MONITORING AND AUTOMATION IN AQUAPONY SYSTEMS

Abstract - Noting the need to produce food near urban centers and making possible the reduction of the use of fossil fuels for food transport and the increasing importance of reducing water consumption in agriculture, making aquaponics an attractive production system. In this way, the present work has the objective of automating the whole critical process for the production in aquaponic systems, assisting in the control of important variables for the maximum production of vegetables and fish development.

Keywords – Aquaculture, Aquaponics, Automation of aquaponic systems, Control, Hydroponics, Pisciculture.

I. INTRODUÇÃO

Aquaponia é a combinação entre “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (cultivo de plantas sem solo)[1]. Este método se destaca por simular o que ocorre na natureza, em que os resíduos nitrogenados dos animais são reaproveitados pelas plantas. No caso da aquaponia, as fezes dos peixes dissolvidas na água são bombeadas para o filtro biológico, onde se concentram as bactérias nitrificantes que convertem as moléculas de amônia em nitritos e posteriormente em nitratos que são absorvidos pelas plantas.

Este processo é muito importante, pois as altas concentrações de amônia são tóxicas aos peixes[2].

Visto seu alto potencial de produção de alimentos em um espaço reduzido, bem como não necessitar de solo, reduzir em até 90% o consumo de água em comparação a agricultura convencional e não precisar da troca de água do tanque dos peixes, o sistema aquapônico torna-se perfeito boa opção para a produção de hortaliças e peixes em centros urbanos, o que reduz os gastos com transporte e as emissões de CO₂.

Exemplos existem pelo mundo todo, na Europa há muitos casos de sucesso, como uma fazenda urbana com estufa na Alemanha. Ela possui 1,8 mil metros quadrados e está produzindo anualmente cerca de 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixe[1].

No Brasil, a aquaponia de pequena escala já é realidade. Mas as iniciativas comerciais ainda são isoladas e com pouca divulgação a nível nacional, um exemplo está localizado em Curitiba, onde atende ao mercado local[3].

A automação proposta diminuirá a necessidade de monitoramento de variáveis importantes para um sistema aquapônico saudável e produtivo, tais como nível, temperatura, pH, oxigenação sendo importante para a disseminação de sistemas comerciais e de grande escala, onde reduzirá a mão de obra necessária para controlar tais fatores.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aquaponia pode ser definida como o sistema de cultivo que une a piscicultura e a hidroponia. Piscicultura é uma área dentro da aquicultura voltada para criação exclusiva de peixes em um lugar fechado. Já a Aquicultura é uma área voltada para criação de peixes, molusco, crustáceos entre outras espécies aquáticas ligada à agricultura [4]. E, a hidroponia, em sua terminologia, é constituída de duas palavras do grego antigo: hydor, que significa água e ponos, que significa trabalho. No cultivo realizado através da técnica hidropônica, uma solução aquosa é feita adicionando-se os elementos nutricionais e as raízes das plantas ficam submersas na água onde são capazes de receber estes nutrientes e desenvolver-se.

O modelo aquapônico consiste em criação de peixes em um tanque no qual estes, através da decomposição de suas fezes, respiração e afins, deixa a água com nível elevado de amônia e outros materiais orgânicos. A água rica em materiais orgânicos que sai do tanque dos peixes, passa pelo filtro biológico, constituído de unidades de leitos de pedras britadas que servem de suporte de fixação de micro-organismos

*ederjunior951@gmail.com

aeróbios responsáveis pela conversão e oxidação de matéria orgânica e nutriente exibido na Figura 1, servindo de solução para o cultivo hidropônico de hortaliças, que absorvem os nutrientes necessários para seu metabolismo/crescimento e após a absorção dos nitratos, a água que retorna em boas condições aos peixes. Todo este ciclo é repetido constantemente e está sendo exibido de maneira ilustrativa na figura 1[5], [6], [7] e [8].

Figura 1: Demonstração do ciclo de aquaponia [14].



Na Figura 1, está sendo descrita de maneira resumida o estudo biológico sobre a aquaponia.

Este sistema já existe há 30 anos nos países asiáticos, Austrália e nos EUA, mas está crescendo em várias partes do mundo[14].

Na Alemanha, uma fazenda urbana com uma estufa de 1,8 mil metros quadrados irá produzir anualmente cerca de 35 toneladas de verduras e legumes e 25 toneladas de peixe. Em maio de 2015, os moradores de Berlim poderão comprar os primeiros legumes produzidos no que poderá ser a maior fazenda aquapônica urbana da Europa[6].

Na região de Auvergne, na França, o projeto Osmose pretende produzir cinco mil alfaces e até 200 filés de trutas por semana. Enquanto isso, nos Estados Unidos, grandes centros urbanos já produzem peixes e hortaliças em terraços no topo de prédios, economizando em transporte[9].

Já no Brasil, nota-se um desenvolvimento da aquaponia ainda pequeno, na qual, as iniciativas neste modelo são executadas de maneira isolada e com pouca divulgação nacional, um grande exemplo para esta afirmação fica em Curitiba, que há uma aplicação para o mercado mais local[10].

Uma iniciativa fora feita para analisar e conhecer a situação atual da pesquisa, ciência e inovação dos sistemas aquapônicos, um questionário online. Entre outubro de 2015 a fevereiro de 2016, este questionário ficou disponível, com o objetivo também de diagnosticar os projetos comerciais existentes, visando informar e fomentar tanto a iniciativa privada como a academia, para que futuramente ocorra interação entre os diferentes segmentos[10].

Foram obtidas as seguintes respostas, a região Nordeste, como destaque, seguida da Sul, sendo que 80% das respostas foram de pessoas que trabalham na iniciativa pública. Analisando os dados, o que se pode verificar é que, um dos possíveis entraves para o desenvolvimento da atividade seja a falta de informações técnico-científicas sobre o tema no país, já que somente do total, 63% já realizaram pesquisas em aquaponia e desses somente 59% desenvolveram algum tipo de produção científica[10].

Mas, com a formulação do PLS (Projeto de Lei do Senado) 162/2015, de autoria do senador, Benedito de Lira, que foi Aprovada por Comissão em decisão terminativa, e atualmente foi remetida à Câmara dos Deputados, no qual promete, zelar pelo uso integrado e sustentável dos recursos hídricos, o produtor que adotar o sistema aquapônico terá prioridade na concessão e renovação de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, além de incentivos fiscais, na forma da lei. O produtor também será fornecedor preferencial da produção aquícola e agrícola dentro do Programa de Aquisição de Alimentos do governo. Além disso, terá acesso ao crédito rural com juros diferenciados. Não somente o setor produtivo reconhece as vantagens da aquaponia, mas os governantes também estão sensibilizados com a causa[12].

Pode-se apresentar as vantagens para a aplicação do sistema aquapônico, tais como:

- possibilidade de produção de alimentos no meio urbano, aproximando ao consumidor final e neste sistema, podem ser criados mais organismos aquáticos e vegetais (como verduras e legumes), gerando acréscimo à renda dos produtores;
- controle da proliferação de algas e fungos que podem conferir sabor desagradável ao pescado;
- geração de um produto diferenciado, padronizado e de alta qualidade, no qual minimiza os riscos de contaminação química e biológica;
- segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa), a aquaponia pode economizar até 90% de água em relação a agricultura convencional[1]. E em relação ao sistema hidropônico, a água do sistema de hidroponia precisa ser trocada periodicamente, pois sais provenientes dos fertilizantes podem se acumular na água e atingir níveis tóxicos para as plantas. Na aquaponia esse problema não existe pois não é necessário substituir a água, basta repor o que evapora[9];
- os peixes disponibilizam dez dos 13 nutrientes essenciais para as plantas, através dejetos produzidos pelos mesmos que seriam descartados no meio ambiente, faltando apenas cálcio, potássio e ferro. Isso permite uma redução de custos. Assim, os peixes alimentam as plantas, que devolvem a água limpa para os peixes, em um ciclo fechado, com baixo consumo de água e energia elétrica[6] e [11].

Mas existem desvantagens na aplicação da aquaponia, como:

- alto custo de investimento inicial;
- monitoramento variáveis de ph, temperatura, alimentação dos peixes, nível e oxigênio na água;
- necessidade de uso de energia elétrica, para manter o ciclo do sistema.

As variáveis a controlar e monitorar neste projeto de modelo aquapônico, cujo a espécie de peixe escolhida para a criação é a tilápia, são: a temperatura, o pH, o nível e a oxigenação da água. A partir de estudos, pode-se determinar que, a temperatura da água deve variar entre 22 à 28 °C. Já o nível de pH entre 6 e 8. Para o controle do nível de água, temos a seguinte regra, em que um tanque bem cuidado suporta 2,5 cm de peixe para cada 4 litros de água. E por fim, existe a necessidade da água estar oxigenada constantemente.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi simulado um sistema capaz de fazer o monitoramento e controle, das variáveis de temperatura, nível, pH e oxigênio, presentes no tanque de tilápias. Abaixo na tabela I, estão os respectivos materiais e preços para a implementação da automação no sistema.

Tabela I: Materiais e seus respectivos preços.

Material	Preço (R\$)
Sensor de temperatura Pt 100	59,76
Transdutor de corrente para Pt 100	286,00
Alarme sonoro	2,50
Capacitor eletrolítico de 100uF-25V	2,50
Reitores (2 de 1kW)	1,50
Sinaleira de comando Led 22mm 24V	69,95
Bomba de água de 400 litros/hora	37,85
Resistência elétrica câmara climática 4000W 220V -2 voltas	95,00
CLP atos expert BF	3.760,00
Sensor +Ph eletrodo sonda BNC	137,49
Sensor de nível LA 16M-40	33,80
Válvula solenóide	275,00
Oxigenador	57,26

Para o desenvolvimento do modelo aquapônico, foram utilizados cada um dos materiais citados na tabela acima, tendo o CLP (Controlador Lógico Programável) como o responsável pelo controle e monitoramento de todo o sistema. E, o CLP escolhido para este projeto fora o modelo Atos Expert BF, pertencente a empresa SCHNEIDER ELECTRIC, foi desenvolvido códigos em linguagem “ladder”, linguagem de aplicação para CLP’s.

A. Linguagem Ladder

O nome (ladder, escada em inglês) é devido ao fato da disposição dos contatos e bobinas é realizada, de maneira geral, na vertical, e isso lembra o formato de uma escada, foi originalmente desenvolvida para construir e melhor documentar circuitos a relés, utilizados em processos de produção. Todos os dispositivos dos circuitos elétricos como botões, válvulas e solenóides podem ser representados em símbolos nos Diagramas Ladder, incluindo suas conexões. Atualmente o diagrama ladder é um auxílio gráfico para programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), no qual as funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas, de modo análogo a um esquema elétrico com os contatos dos transdutores e atuadores.

O bloco scale foi de fundamental importância para a aquisição dos dados coletados dos sensores pelo CLP, figura 2. O bloco scale consiste em gerar uma saída linear em relação a entrada. Os parâmetros de entrada são:

- x0 = valor inicial do ponto x
- y0 = valor inicial do ponto y
- x1 = valor final do ponto x
- y1 = valor final do ponto y

A fórmula para conversão da entrada é: $OUT = (m \cdot IN) + b$, onde:

- OUT = saída
- m = fator de escalonamento $(Y1 - Y0) / (X1 - X0)$
- IN = entrada
- b = offset

$$b = Y1 - (m \cdot X1)$$

Figura 2: Bloco scale do software Ladder.



Se as entradas EN e CP estiverem ligadas, será feito o cálculo do valor de m, antes de calcular OUT, caso a entrada CP estiver desligada então será feito o cálculo de OUT com o último valor de m calculado.

A instrução define limites para o valor de OUT, quando a entrada L estiver habilitada. O limite será obtido através dos próprios valores de Y0 e Y1, fornecidos pelo usuário, garantindo assim com que os valores de OUT estejam sempre dentro dos limites dados por Y0 e Y1.

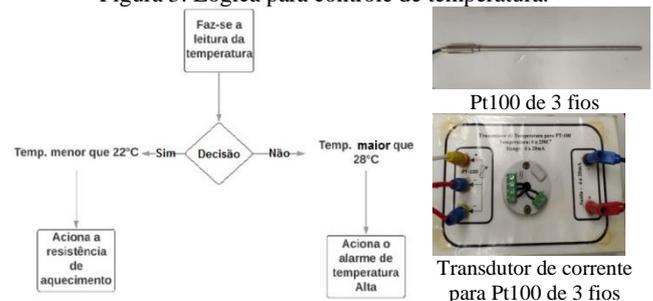
B. Lógicas desenvolvidas no sistema aquapônico

Têm-se abaixo os fluxogramas de cada lógica, desenvolvida em linguagem ladder, utilizada no controle e monitoramento de cada variável. Os códigos em ladder estarão no anexo A.

1) Temperatura do tanque dos peixes

Na Figura 3, caso a temperatura fique abaixo de 22°C é ligada uma resistência de aquecimento. Se a temperatura ultrapassar 28°C é acionado um alarme sonoro, para que se tome providências para abaixar a temperatura. Para a calibração do sensor PT100, analisou-se a variação de corrente enviada pelo transdutor de corrente para Pt100 de 3 fios, que converte a resistência do Pt100 em corrente, e a variação de temperatura.

Figura 3: Lógica para controle de temperatura.



Baseando-se nas informações colhidas na leitura de temperatura, corrente e levando-se em consideração que a faixa de medição do CLP em corrente é de 0 a 20mA, onde a faixa de bits de leitura correspondente é de 0 a 4001 bytes. Sendo assim, foi elaborado uma fórmula, que possibilite o cálculo para se obter a faixa de bytes, que correspondesse a 838 bytes, conforme a equação 1.

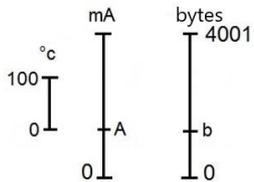
$$b = \frac{A \cdot 4001\sqrt{3}}{20} \quad (1)$$

Onde:

- b - Faixa de bytes calculada (bytes).
- A - Faixa de Corrente (A).

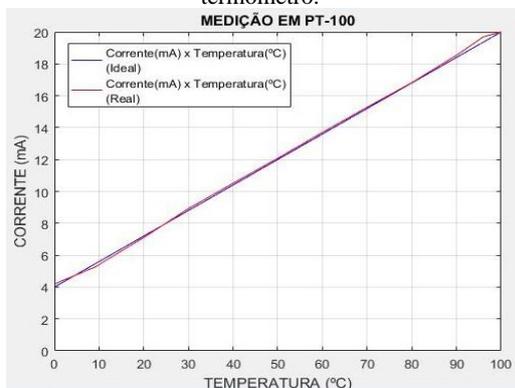
Observa-se que, a corrente correspondente à 0°C, é de 4.192mA, e de 100°C é de 20mA. baseado numa relação que pode ser exibida na Figura 4.

Figura 4: Relação entre °C, Corrente e Bytes.



A aferição de temperatura feita com um termômetro mostrou que a faixa de erro ficou abaixo de 0.6°C, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Gráfico que compara a temperatura do Pt100 e do termômetro.



É importante notar que caso a automação seja feita em um tanque de grandes dimensões será necessário dimensionar a resistência para conseguir elevar a temperatura para a ideal, através das fórmulas do calor sensível e da potência, de acordo com a equação 2.

$$Q = c * m * \Delta\theta \quad (2)$$

Onde:

- Q = quantidade de calor sensível.
- c = calor específico.
- m = massa do corpo (kg).
- $\Delta\theta$ = variação de temperatura (°C) [13].

E a fórmula da potência em relação ao tempo, sendo descrita na equação 3.

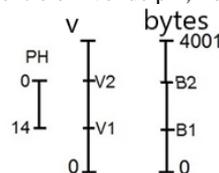
$$P = \frac{Q}{T} \quad (3)$$

Esse dimensionamento é necessário quando o reservatório dos peixes é de grandes dimensões, por se tratar de um tanque de pequena proporção (500 litros), e utilizarmos uma resistência sobredimensionada de 4000W.

2) Nível de potencial Hidrogeniônico (pH)

Como a leitura pelo CLP, varia de 0 à 10V, e sua faixa respectiva de bytes de, 0 à 4001, realizou-se um cálculo para se determinar a faixa de bytes correspondente a enviada pelo sensor. Se abaixar o nível mínimo de pH, que representa nível 6, para o bom desenvolvimento do peixe, e, assim será acionado um alarme para ser tomadas providências e aumentar o nível de pH de água. Se aumentar o nível máximo de pH, que representa nível 8, para o bom desenvolvimento do peixe, e, assim será acionado um alarme para ser tomadas providências e aumentar o nível de pH de água. Sendo assim, foi elaborado uma fórmula, baseado numa relação que pode ser exibida na Figura 6 que possibilite o cálculo para se obter a faixa de bits, que correspondesse a faixa de tensão enviada pelo sensor, que está sendo descrita na equação 4. Outro erro detectado, foi a variação de pH em uma função variante, sendo exibida na Figura 7.

Figura 6: Relação entre o nível de pH, Tensão e Bytes.

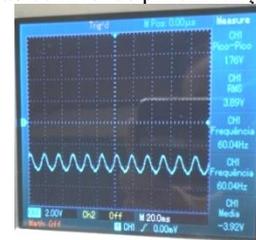


$$b = \frac{V * 4001}{10} \quad (4)$$

Onde:

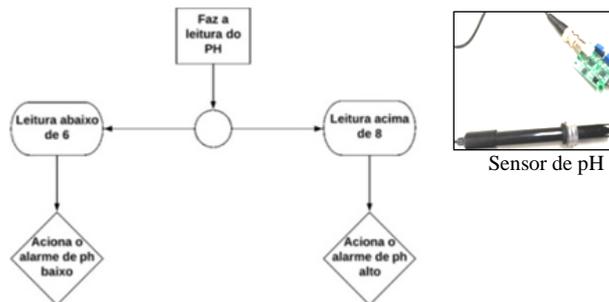
- b = Faixa de bytes (bytes).
- V = Faixa de Tensão (V).

Figura 7: Variação de nível de pH em função do tempo.



Na Figura 8 está a lógica para o código do ph e o sensor, onde foi utilizado duas soluções que continham um nível de pH já conhecido, para a calibração do sensor. Após esta calibração ser realizada, observou-se o nível de pH variava de 14 à 0, e sua respectiva tensão de 2.5 à 5.08V.

Figura 8: Lógica para controle do pH.



3) Sistema de nível do tanque do peixe

Na Figura 9 está a lógica para o controle do nível no tanque dos peixes, válvula solenóide e um dos sensores de nível, respectivamente. No qual, se o sensor estiver acionado o sistema permanece sem alterações, mas se o sensor não está acionado, aciona-se a válvula solenóide para aumentar o nível d'água até acionar o sensor novamente.

Figura 9: Lógica para controle de nível no tanque dos peixes.



4) Sistema de bombeamento e oxigenação da água

Na Figura 10 podemos ver a lógica para o controle da bomba.

Figura 10: Lógica para controle da bomba.

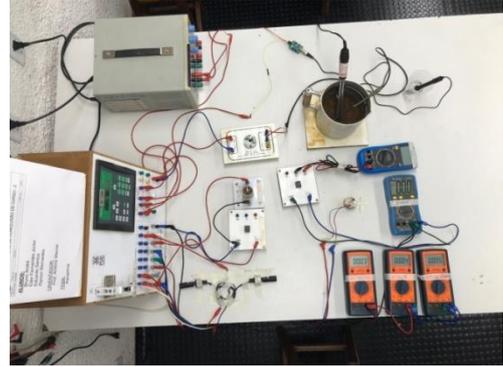


Ela deve permanecer sempre ligada, porém caso ela seja desligada, o oxigenador deve ser ligado impedindo que o oxigênio da água acaba levando a morte dos peixes e consequentemente das plantas ou se o sensor de nível, que está posicionado no tanque, que se encontra a bomba [18], não estiver acionado, indicando uma baixa no nível de água neste tanque, devido ao risco da bomba danificar com pouca ou nenhuma quantidade de água. Esse oxigenador [16] consiste em outra bomba de menor escala, acionada por uma bateria, utilizada para circular a água no tanque dos peixes para manter o nível de oxigênio. Ela será acionada por um relé NF ligado a alimentação da bomba, caso fique sem energia ou a bomba queime o relé volta ao estado NF e aciona o oxigenador.

RESULTADOS

O sistema foi simulado com sucesso em bancada, com o visor do CLP mostrando o valor da temperatura e do pH, visto na figura 11.

Figura 11: Simulação feita em bancada do sistema.



Todos os sensores funcionaram perfeitamente; o alarme, a resistência de aquecimento e a válvula solenóide foram acionadas conforme a faixa de valores estabelecida em código. Nas Figuras 12 e 13 pode-se ver o processo de supervisão que é realizado para o monitoramento das principais variáveis do sistema.

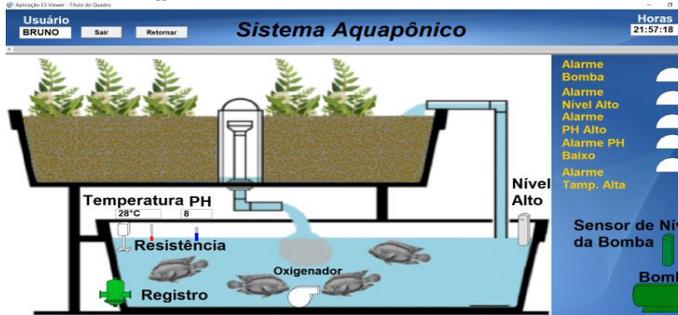
Figura 12: Página inicial do sistema supervisorio.



A Supervisão é realizado por um sistema SCADA no software elipse E3 Studio, versão demo, com o protocolo de comunicação APR03. Aqui acontece o monitoramento visual de todas as variáveis do sistema aquapônico. Essas variáveis são lidas através da comunicação com o CLP que realiza a coleta os dados e exibe na tela do computador o valor das variáveis analógicas e os estados das variáveis digitais.

Na alimentação dos peixes foi pensado a utilização de mais um tanque para produção de Lemna (uma planta aquática que serve de alimentos para várias espécies de peixes), fechando o ciclo alimentar do sistema e auxiliando na eliminação da amônia, que prejudica aos peixes[14].

Figura 13: Monitoramento das variáveis.



IV. CONCLUSÃO

O desenvolvimento da automação e monitoramento para o sistema aquaponico reduziu a intervenção humana, o que diminuiu o custo de mão de obra para a manutenção do sistema. Com o sistema supervisorio criado é possível que apenas um funcionário monitore e visualize todo o sistema com extrema facilidade, contribuindo para a eficiência e economia do sistema. Ao fazer o teste em bancada verificou-se que as partes mais complexas e críticas da automação são o controle das variáveis análogicas de temperatura e pH, as quais estão funcionando dentro da margem de erro aceitável, no caso da temperatura um erro de 0.6°C. Isso fez com o que o sistema acionasse de forma adequada a resistência de aquecimento e os alarmes indicativos de temperatura alta e pH fora da faixa ideal, cumprindo portanto com o objetivo deste trabalho. Muitos aprimoramentos foram pensados para continuação do trabalho, como a comunicação via aplicativo para maior comodidade do proprietário, assim como alimentação elétrica do sistema utilizando energia fotovoltaica e a utilização da água da chuva para abastecer o sistema.

REFERÊNCIAS

- [1] EMBRAPA. (2015, abril). Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos. Brasília, DF [Online]. Acedido em 20 de outubro de 2018, em: <http://universo-energetico.hi7.co/integrar-criacao-de-peixes-com-hortaliças-economiza-90--de-agua-e-elimina-quimicos-57103ab17859d.html>.
- [2] Kubitza, F. Qualidade da água na produção de peixes. 3. ed. Jundiaí, sp, Degaspari, 1999, 97p.
- [3] Emerenciano M. G. C.; Pinho S. M.; Carneiro P. C. F. Aquaponia no Brasil – o que futuro nos aguarda?. AQUACULTURE BRASIL. Laguna, SC. Outubro , 2016. Acedido em 20 de outubro de 2018, em: <http://www.aquaculturebrasil.com/2016/10/02/aquaponia-no-brasil-o-que-o-futuro-nos-aguarda/>
- [4] Martins, R. V. Manual de Hidroponia: a hidroponia ao alcance de todos. Brasília, D.F, Ed. do Autor, 2000. 443p.
- [5] ECOEFICIENTES. (2015). O que é aquaponia? Ecoeficientes - Escritório de arquitetura especializado em Sustentabilidade. Acedido em 09 de outubro de 2018, em: <http://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-aquaponia/>.
- [6] ECYCLE. (2012) Aquaponia: o sistema que integra criação peixes e organismos aquáticos com a produção de plantas. Acedido em 09 de outubro de 2018, em : <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/4332-aquaponia-o-sistema-que-integra-criacao-peixes-e-organismos-aquaticos-com-producao-de-plantas.html>.
- [7] TUDO HIDROPONIA. O que é Aquaponia? Tudo Hidroponia, Acedido em 09 de outubro de 2018, em: <http://tudohidroponia.net/o-que-e-aquaponia/>.
- [8] SEMEAR E PLANTAR. (2017, setembro). Aquaponia, o que é e como funciona. Semear & Plantar, as melhores dicas de agricultura biológica para a sua horta. Acedido em 09 de outubro de 2018, em: <http://www.semearplantar.com/aquaponia-o-que-e-e-como-funciona/>.
- [9] ECO TELHADO. (2018, fevereiro). Aquaponia - você conhece esse sistema?. Porto Alegre, RS. Acedido em 09 de outubro de 2018, em: <https://ecotelhado.com/12396/>
- [10] ENGEPECA. (2018, março). Aquaponia no Brasil – o que futuro nos aguarda?. Itajaí - SC. Acedido em 09 de outubro de 2018, em: <http://engepesca.com.br/post/aquaponia-no-brasil-o-que-futuro-nos-aguarda>.
- [11] Carneiro, P. C. F.; Maria, A. N.; Nunes, M. U. C.; FUJIMOTO, R. Y. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais.. In: Tavares- Dias, M.; Mariano, W.S.. (Org.). Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. 1ed. São Carlos: Pedro & João, 2015, v. 2, p. 683-706.
- [12] Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. Fundamentos de Física 2, 8ªed. Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 2008.
- [13] Mohedano, R. A.; Rodrigues, J. B. R.; Fracalossi , D. M. (2005, fevereiro). Lemna Valdiviana: Uma planta que além de tratar os efluentes alimenta os peixes cultivados. Ed 87, Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, RJ. 28 fevereiro de 2005.
- [14] ECOANDO. (2016, abril). Aquaponia: sistema integrado de peixes e plantas [Online]. Acedida em 22 de maio de 2019, em: <https://ecoandoblog.wordpress.com/2016/04/12/aquaponia-sistema-integrado-de-peixes-e-plantas/>.
- [15] Manual Conhecimento Geral. (2016, setembro). Linguagem ladder. Acedida em 16 de junho de 2019, em: https://www.conhecimentogeral.inf.br/linguagem_ladder/.
- [16] MERCADO LIVRE. Oxigenador De Isca Viva Air Pump Ms - Marine Sports Original. Acedida em 16 de junho de 2019, em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-919447313-oxigenador-de-isca-viva-air-pump-ms-marine-sports-original_JM.
- [17] INDUPROPIL. Válvula Solenóide Latão 3/4 - 110V. Acedida em 16 de junho de 2019, em: <https://www.indupropil.com.br/valvula-solenoide-latao-34-110v.html>.
- [18] Cobasi. Moto Bomba SB1000A Sarlobetter. Acedida em 16 de junho de 2019, em: <https://www.cobasi.com.br/moto-bomba-sb1000a-sarlobetter-3535320/p>.